



PCT/EP200 4 / 0 1 3 6 0 2

01 DEC 2004

ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT

A-1200 Wien, Dresdner Straße 87

REC'D 13 JAN 2005

WIPO

PCT

Kanzleigebühr € 24,00

Gebührenfrei

gem. § 14, TP 1. Abs. 3

Geb. Ges. 1957 idgF.

Aktenzeichen **A 1965/2003**

Das Österreichische Patentamt bestätigt, dass

**die Firma VA TECH WABAG GmbH
in A-1211 Wien, Siemensstraße 89,**am **9. Dezember 2003** eine Patentanmeldung betreffend**"Membranfilteranlage mit parallel durchströmbaren Filtermodulen",**

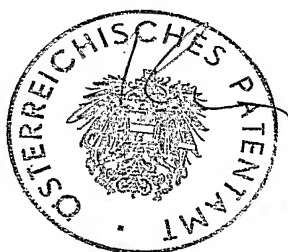
überreicht hat und dass die beigeheftete Beschreibung samt Zeichnungen mit der ursprünglichen, zugleich mit dieser Patentanmeldung überreichten Beschreibung samt Zeichnungen übereinstimmt.

Österreichisches Patentamt

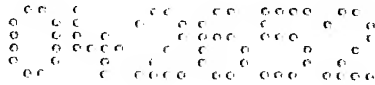
Wien, am 16. November 2004

Der Präsident:

i. A.

**PRIORITY
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)**HRNCIR**
Fachoberinspektor

A 1965 / 2003



Urtext

(51) IPC:

AT PATENTSCHRIFT

(11) Nr.

(Bei der Anmeldung sind nur die eingerahmten Felder auszufüllen - bitte fett umrandete Felder unbedingt ausfüllen!)

(73)	Patentinhaber (bzw. -inhaber): VA TECH WABAG GmbH, Wien
(54)	Titel der Anmeldung: Membranfilteranlage mit parallel durchströmbaren Filtermodulen
(61)	Zusatz zu Patent Nr.
(66)	Umwandlung von <i>GM</i> /
(62)	gesonderte Anmeldung aus (Teilung): <i>A</i> /
(30)	Priorität(en):
(72)	Erfinder:

(22) (21) Anmeldetag, Aktenzeichen:

, A /

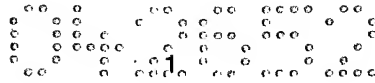
(60) Abhängigkeit:

(42) Beginn der Patentdauer:

Längste mögliche Dauer:

(45) Ausgabetag:

(56) Entgegenhaltungen, die für die Beurteilung der Patentierbarkeit in Betracht gezogen wurden:



Membranfilteranlage mit parallel durchströmbaren Filtermodulen

Die Erfindung betrifft eine Membranfilteranlage gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie ein Verfahren zum Betreiben und zum Reinigen einer Membranfilteranlage.

Aus der WO 02/26363 der Anmelderin ist eine Membranfilteranlage mit einem Filtermodul bekannt, vor welchem eine durchströmbare Begasungseinheit angeordnet ist, wobei zu reinigende Suspension dem Fitrationsmodul durch ein Strömungsrohr zugeführt wird. Für den Betrieb mehrerer solcher Filtermodule parallel zueinander ist, siehe etwa die JP 2002-210336 A (Toray Ind Inc), eine entsprechende Verrohrung der einzelnen Filtermodule nötig, etwa um Retentat oder gewonnenes Permeat aus den einzelnen Filtermodulen abzuziehen, oder die zu filternde Suspension zuzuführen. Diese Verrohrung hat den Nachteil, dass sie viel Platz beansprucht und daher der Anzahl von Filtermodulen für eine bestimmte Fläche Grenzen gesetzt sind.

Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, eine Membranfilteranlage anzugeben, bei welcher die Nachteile bekannter Vorrichtungen vermieden werden, insbesondere eine dichtere Anordnung von Filtermodulen ermöglicht wird.

Diese Aufgabe wird durch eine Membranfilteranlage gemäß Anspruch 1 gelöst.

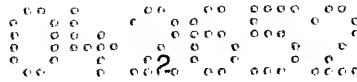
Dadurch, dass zum Abzug des Permeats und/oder des Retentats und/oder zur Zuführung von zu filternder Suspension (Feed) keine Verrohrung notwendig ist, da das Permeat ohne Verrohrung in den Zwischenraum der Filtermodule austritt und von dort abgesaugt wird und/oder Feed aus einem Feedraum direkt zu den Filtermodulen gepumpt wird und/oder Retentat direkt aus den Filtermodulen in einen Retentatsammelraum austritt, können die Filtermodule enger zusammengedrückt werden.

Als Membraneinheiten kommen insbesondere Membranrohre, Kissenmembranen, Hohlfasermembranen oder Plattenmembranen in Frage.

Um eine einfache Zuleitung der zu filternden Suspension zu den Filtermodulen zu erhalten, kann vorgesehen sein, dass ein Feedraum ausgebildet ist, der zumindest die einlaufseitigen Stirnflächen aller Filtermodule umspannt und mit den einzelnen Filtermodulen zum Zuleiten von zu filternder Suspension verbunden ist.

Um eine einfache Ableitung des Retentats zu erhalten, kann vorgesehen sein, dass ein Retentatsammelraum ausgebildet ist, der zumindest die ablaufseitigen Stirnflächen aller Filtermodule umspannt und mit den einzelnen Filtermodulen zum Ableiten von Retentat verbunden ist.

Der Feedraum soll gleichmäßig mit Suspension beschickt werden, was dadurch erreicht werden kann, dass der Feedraum zumindest eine Zuleitung besitzt, welche zumindest



teilweise um den Feedraum geführt ist und sich dort mit zunehmender Länge verjüngt, wobei entlang des Feedraums zu filternde Suspension von der Zuleitung in den Feedraum eindringen kann. Die gleichmäßige Anströmung aller Filtrationsmodule kann dadurch unterstützt werden, dass die Höhe des Feedraums zur Mitte des Feedraums hin abnimmt.

Das Retentat aus dem Retentatsammelraum soll gleichmäßig abgezogen werden, was dadurch erreicht werden kann, dass der Retentatsammelraum zumindest eine Ableitung besitzt, welche zumindest teilweise um den Retentatsammelraum geführt ist und sich dort mit zunehmender Länge erweitert, wobei entlang des Retentatsammelraums Retentat von der Zuleitung in den Retentatsammelraum eindringen kann.

Um eine turbulente Strömung in den Membranrohren zu erzeugen, kann vorgesehen werden, dass zwischen Feedraum und Permeatraum ein von der zu reinigenden Suspension durchströmbarer Belüfterboden angeordnet ist, der unter jedem Filtermodul ein Belüftungselement aufweist.

Eine vorteilhafte Ausführungsform besteht darin, dass das Belüftungselement aus einem dem Durchmesser des Filtermoduls entsprechenden Strömungsröhr besteht, in welchem an eine Gaszufuhr angeschlossene Belüfterkerzen angeordnet sind.

Um abgelagerte Störstoffe aus der Membranfilteranlage entfernen zu können, ist es vorteilhaft, wenn zwischen Belüfterboden und Permeatraum ein von zu reinigender Suspension durchströmbarer Störstoffabzugsboden vorgesehen ist, der eine Abzugseinrichtung für Störstoffe aufweist.

Es kann aber auch vorgesehen werden, dass unter dem Feedraum ein von Belüftungsgas durchströmbarer Belüfterboden angeordnet ist, von dem aus Belüftungselemente angespeist werden, wobei unter jedem Filtermodul ein als Membrantellerbelüfter ausgebildetes Belüftungselement angeordnet ist, welches weniger anfällig auf Störstoffablagerungen ist.

Durch die Erfindung kann ein weitgehend uneingeschränkter Betrieb sowie eine optimale Filtrationsleistung und ein hoher Wirkungsgrad der Filteranlage gewährleistet werden.

Die Erfindung wird anhand der angeschlossenen Figuren 1 bis 9, die eine erfindungsgemäße Membranfilteranlage beispielhaft und schematisch darstellen, und der folgenden Beschreibungen erläutert. Es zeigen

Fig. 1 zeigt die Aufsicht auf eine erfindungsgemäße Membranfilteranlage,

Fig. 2a zeigt einen Längsschnitt durch die Membranfilteranlage im Filtermodus,

Fig. 2b zeigt einen Längsschnitt durch die Membranfilteranlage im Filtermodus mit Membrantellerbelüftern,

Fig. 3 zeigt einen Längsschnitt durch die Membranfilteranlage im Backflush-Modus,

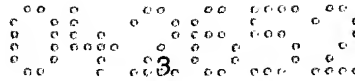
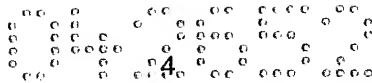


Fig. 4 zeigt einen Längsschnitt durch die Membranfilteranlage im Störstoff-Abzugs-Modus,
 Fig. 5 zeigt einen Längsschnitt durch die Membranfilteranlage im chemischen Reinigung-
 bzw. Entleerungs-Modus,
 Fig. 6 zeigt einen Längsschnitt durch die Membranfilteranlage im chemischen Reinigung-
 bzw. Füllungs-Modus.

In Fig. 1 ist der Permeatraum 24 dargestellt, in welchem die einzelnen Filtermodule 1 angeordnet sind. Mittels Suspensionspumpe 2 wird die zu reinigende Suspension durch den Zuleitungskanal 3 zugeführt, verschließbar durch die Absperreinrichtung im Zuleitungskanal 28, während Retentat über den Abzugskanal 6, verschließbar durch Absperreinrichtung im Abzugskanal 29, abläuft. Das Gebläse 20 dient der Begasung der Suspension über das Druckrohr 12 in die Gasversorgungsmanschette 11, die Permeatsaugpumpe 21 zieht das Permeat aus dem Permeatraum 24 in den Permeatpuffertank 23 ab. Eine Dosierpumpe 22 ermöglicht das Einbringen von chemischer Reinigungslösung über eine Leitung 13 in die Permeatleitung 18 im Falle der Rückspülung. Der Retentatsammelraum, der über dem Permeatraum 24 angeordnet ist, wird mit einem Deckel 19 abgeschlossen. Das Störstoffabzugsrohr 15, das mittels Absperreinrichtung 27 verschlossen werden kann, dient dem Entfernen von Störstoffen im unteren Bereich der Membranfiltrationsanlage.

In Fig. 2a ist zu sehen, dass die in Strömungsrichtung durchströmten Filtermodule 1 parallel und vertikal im gegenüber der Feedseite abgedichteten Permeatraum 24 angeordnet sind. Dieser abgedichtete Permeatraum 24 bildet innen einen gemeinsamen Permeatraum für die Filtermodule 1, der über eine Permeatleitung 18 mit einer Permeatsaugpumpe 21 bzw. mit der Permeatrückspülleitung verbunden ist. Nach außen, zur zu filtrierenden Suspension hin, kommuniziert der Permeatraum 24 lediglich über die Membranfläche der Filtermodule 1. Die für die Filtration vorteilhafte Begasung wird über einen vom Feed durchströmbaren Belüfterboden 8 unterhalb der Filtermodule erreicht. Zusätzlich zum Mammutpumpeneffekt durch die Begasung ist eine Zwangsumwälzung zur Erzeugung einer wirkungsvollen Deckschichtkontrolle vorgesehen. Eine Verteileinrichtung, die die zu filtrierende Suspension in einen Feedraum 4 unterhalb des Belüftungsbodens 8 leitet, soll die gleichmäßige Anströmung aller Filtermodule 1 ermöglichen. Zwischen Filtermodulen 1 und Belüfterboden 8 ist ein Störstoffabzugsboden 14 angeordnet, der mit einem zentral liegenden Störstoffabzugsrohr 15 verbunden ist, welches eine Absperrvorrichtung 27 aufweist, und über den eventuell abgelagerte Störstoffe abgezogen werden können.

Zur gleichmäßigen Anspeisung einer großen Anzahl an parallel geschalteten Filtermodulen 1 mit der zu filtrierenden Suspension ist eine möglichst laminare Anströmung notwendig. Die Suspensionspumpe 2 fördert die Suspension in einen schneckenartigen Zuleitungskanal 3,



der im Bodenbereich die Membranfilteranlage umspannt. Aus diesem Zuleitungskanal 3 gelangt die Suspension in den Feedraum 4, der auch als Feedverteilboden bezeichnet wird und der zur Mitte 5 der Membranfilteranlage konisch ansteigt, um die Suspension mit gleich bleibender Strömungsgeschwindigkeit unter die Filtermodule 1 zu verteilen. Nach Durchströmen der Membranen gelangt das Retentat in einen spiralförmigen Abzugskanal 6. Dieser umspannt den Kopf der Membranfilteranlage in einer zum Feedkanal im Bodenbereich gegenläufigen Strömungsrichtung. Dadurch soll eine gleichförmige hydraulische Beaufschlagung aller Filtermodule 1 erreicht werden. Der Anfang des Zuleitungskanals 3 und des Abzugskanals 6 sind um 180° gegeneinander versetzt. Beide Kanäle 3, 6 im Fuß- und Kopfbereich sind mit automatischen Absperreinrichtungen versehen. An der tiefsten Stelle des Feedraums 4 ist ein Abzugsrohr 7 zur Entleerung der Membranfilteranlage vorgesehen.

Zur Gewährleistung einer gleichmäßigen Verteilung von Gas und Suspension über alle Membranröhrchen der Filtermodule 1 wurde ein durchströmbarer Belüfterboden 8 entwickelt, der für eine optimale Verteilung über den Strömungsrührquerschnitt sowohl des Gases als auch der Suspension sorgt, wodurch in jedem Filtermodul eine ausreichende und gleiche Turbulenz realisiert wird. Unter jedem Filtermodul ist ein Belüftungselement 9 angeordnet. Ein Belüftungselement charakterisiert sich durch ein Strömungsrohr mit dem gleichen Durchmesser wie das Filtermodul 1 und Belüfterkerzen, welche horizontal und in zwei Ebenen, um 90° versetzt, angeordnet sind, wie dies grundsätzlich bereits in der WO 02/26363 dargestellt ist. Eine Belüfterkerze wird durch ein Rohr gebildet, das mit feinen Belüftungsbohrungen ausgestattet ist und in dem zu belüftenden Medium eine mittelblasige Begasung produziert. So sollte beispielsweise für ein Filtrationsmodul mit tubulären Rohrmembranen mit einem Durchmesser von 5 mm eine Blasengröße von ca. 5 mm angestrebt werden. Ein beispielhafter Einsatz eines Filtermodules könnte ein tubuläres Rohrmodul mit einem Durchmesser von 20 cm und einer Länge von 3 m sein. Etwa 600 Rohrmembranen mit dem Durchmesser von 5 mm sind in einer Druckhülle mittel Harz an Kopf und Fußteil eingegossen. Feed- und Permeatraum sind damit druckdicht von einander getrennt. Über den Permeatraum sind alle Membranrohre miteinander kommunizierend verbunden. Über Öffnungen in der Druckhülle kann Permeat aus dem Permeatraum abgezogen bzw. zurückgespült werden.

Nur durch vollkommen homogene Beaufschlagung der Feedseite der Membranmodule kann eine längerfristige sichere Betriebsweise sichergestellt werden. Filtrationsmodule welche mit Crossflow-Strömung (Schlamm und/oder Luft) unterversorgt werden, neigen zu übermäßigem Filterkuchenaufbau an der Membranoberfläche. Dieser Filterkuchen kann im schlimmsten Fall Membranröhrchen vollständig verlegen – die Folge ist ein irreversibler Verlust an Membranfläche.

Die Belüftungselemente 9 zwischen zwei Decken druckdicht eingespannt ergeben den durchströmbaren Belüfterboden 8. Der Zwischenraum zwischen den einzelnen Belüftungselementen dient als Druck- u. Verteildose 10 und wird mit einer das Filtrationsmodul umgebenden Gasversorgungsmanschette 11 angespeist. Diese Gasversorgungsmanschette 11 wiederum wird mit einem Druckrohr 12 mit Gas versorgt.

Darüber hinaus ist der Belüfterboden 8 mit einer Vorrichtung 13 zur periodischen Beaufschlagung mit Reinwasser, Permeat und/oder mit einer Vorrichtung 22 (Dosierpumpe) zur periodischen Beaufschlagung mit chemischen Reinigungslösungen ausgerüstet um ein Verstopfen der Belüftungsporen zu verhindern. Hierdurch wird eine gleichmäßige Beaufschlagung der gesamten Membranfläche mit dem eingebrachten Gas gewährleistet.

In Filteranlagen treten oftmals Betriebsstörungen mit Verzopfungen durch Haare, Fasern oder andere Störstoffe auf. Durch die Crossflow Strömungen lagern sich diese Verzopfungen an den Stellen mit der geringsten Durchgangswerte ab. Da dies in der Mehrzahl der Anlagenkonfigurationen der Feedkanal der Filtermodule 1 darstellt, kommt es dort zu einer Akkumulation der Störstoffe. Ausgelöst durch Turbulenzen bauen sich immer größere Konglomerate, in diesem Beispiel also zwischen Belüfterboden 8 und Filtermodulen 1, auf. Selbst das Ablassen der Suspension aus der gesamten Membranfilteranlage kann keine sichere Abhilfe schaffen, da die Störstoffkonglomerate am Belüfterboden 8 zurückgehalten werden würden. Deshalb wird ein Störstoffabzugsboden 14, der durch zwei durchströmbare Böden zwischen Belüfterboden 8 und Filtermodulen 1 geschaffen wird, mit einem zentralen Störstoffabzugsrohr 15 verbunden. Die Filtermodule 1 sind durch geeignete Abdichtungen und Befestigungen 16 zwischen Störstoffabzugsboden 14 und dem geflanschten Deckel 17 des Permeatraumes angeordnet. Feedraum 4 und Permeatraum 24 sind dadurch druckdicht voneinander getrennt. Kommuniziert der Permeatraum der einzelnen Filtermodule 1 mit dem Permeatraum 24 der Membranfilteranlage kann das Permeat über die Permeatleitung 18 aus dem Permeatraum 24 gefördert bzw. in die Membranfilteranlage (den Permeatraum 24) rückgespült werden.

In Fig. 2b ist eine alternative Belüftungsmethode dargestellt, bei welcher für jedes Filtermodul 1 ein Membrantellerbelüfter 31 vorgesehen ist. Diese Membrantellerbelüfter 31 werden alle über eine Druckverteildose 10, die unter dem Feedraum 4 angeordnet ist, gespeist, indem ihre Zuführungsleitungen von dort ausgehen. Selbstverständlich könnten die Membrantellerbelüfter 31 statt des Belüfterbodens auch durch ein Rohrsystem angespeist werden. Die Membrantellerbelüfter 31 sind von Strömungsleitblechen 30 umgeben und voneinander getrennt.

Da die Membrantellerbelüfter gemäß Fig. 2b aufgrund der Form weniger zur Anlagerung von Störstoffen neigen, bzw. eine Entfernung der Störstoffe nach Verschließen der Absperreinrichtungen 28. und 29, durch das Abzugsrohr 7 möglich sein sollte, kann der Störstoffabzugsboden 14 mit dazugehörigen Einrichtungen entfallen.

Die gesamte Membranfilteranlage kann in ein Feedbecken 26 eingetaucht sein, da es ja nach außen abgeschlossen ist, kann aber auch außerhalb im Trockenen angeordnet werden. Mehrere Membranfilteranlagen können nebeneinander ohne Verbindung angeordnet werden oder auch miteinander verschaltet werden, indem diese etwa einen gemeinsamen Permeatpuffertank 23 aufweisen.

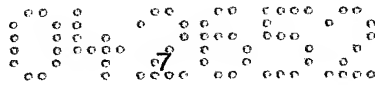
In größeren Zeitabständen ist der Austausch bzw. die Wartung der Filtermodule 1 notwendig. Zu diesem Zweck sind sowohl der obere Deckel 19 des Retentatsammelraums 25 als auch der obere Deckel des Permeatraumes 17 über Flansche abtrennbar. Die Filtermodule 1 werden dadurch von oben zugänglich und können einzeln von oben inspiziert oder aus ihrer Abdichtung und Befestigung am Störstoffabzugsboden 14 geborgen werden.

Bei der Filtration produzieren Suspensionspumpe 2 und Gebläse 20 eine Crossflow-Strömung über die Membranoberfläche in den Filtermodulen 1, um den Deckschichtaufbau durch Filterkuchen zu kontrollieren. Die Permeatsaugpumpe 21 fördert das Permeat durch die Membran in den Permeatpuffertank 23. Dieser Produktionsstatus wird entweder in festgelegten periodischen Zeitabschnitten, oder durch die Überschreitung von festgelegten Transmembrandrucklimits durch Reinigungsmaßnahmen unterbrochen.

Zur Reinigung der Membranfilteranlage sind mehrere Verfahren mit unterschiedlichen Vorzügen möglich.

Ein erstes sehr einfach durchführbares Verfahren (Fig. 3) ist dadurch gekennzeichnet, dass zur Reinigung der Membranfilteranlage in periodischen Zeitabständen Permeat gegen die Produktionsrichtung durch die Permeatleitung 18 und die Membranoberfläche rückgespült wird.

In Verbindung mit der Begasungseinheit kann ein weiteres sehr vorteilhaftes Reinigungsverfahren umgesetzt werden, indem zur Reinigung der Membranfilteranlage zumindest ein getakteter Luftstoß durch das Druckrohr 12 in die Filtermodule 1 eingebracht wird und eventuell gleichzeitig bereits gewonnenes Permeat gegen die Produktionsrichtung durch die Permeatleitung 18 und die Membranoberfläche rückgespült wird. Damit erreicht man eine ganz besonders gründliche Spülung der Membranrohre.



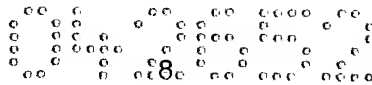
Ganz besonders vorteilhaft lassen sich die Vorzüge der einzelnen Verfahren verbinden, indem zur Reinigung der Membranfilteranlage eine Kombination verschiedener Reinigungsverfahren verwendet wird.

Bei dem im folgenden beschriebenen Verfahren zur Entfernung von Störstoffen (Fig. 4) wird die Absperrvorrichtung im Störstoffabzugsrohr 27 geöffnet und die Absperrvorrichtung im Abzugskanal 29 (dargestellt durch ein schwarzes Quadrat) geschlossen. Die zu filtrierende Suspension strömt nun nicht mehr durch die Filtermodule 1 sondern über den Störstoffabzug aus der Membranfilteranlage. Akkumulierte Störstoffe werden so aus dem Zwischenraum zwischen Belüfterboden 8 und Störstoffabzugsboden 14 entfernt. Ein Verfahren zur besonders effizienten Störstoffentfernung gibt zusätzlich zur Überströmung, welche durch die Suspensionspumpe 2 erzeugt wird, einen oder mehrere Luftpulse durch das Druckrohr 12 in die Filtermodule 1 ab.

Eine andere Form der Reinigung, die chemische Reinigung, der Membran in der Membranfilteranlage ist besonders effizient wenn sie unter Ausschluss der zu filtrierenden Suspension stattfindet (Fig. 5). Hierzu werden die Absperrvorrichtungen des Zuleitungskanals 28 und die Absperrvorrichtung des Abzugskanals 29 (dargestellt durch schwarze Quadrate) verschlossen und die zu filtrierende Suspension mittels einer Pumpe und einem in Bodennähe angeordneten Abzugsrohr 7 aus dem Feedraum 4 der Membranfilteranlage entfernt. Ein Spülschritt, der durch das Rückspülen von Permeat durch die Permeatleitung 18 eingeleitet wird, und durch die kontinuierliche Begasung (Druckrohr 12) mit der Filtrationsluft besonders vorteilhaft abläuft, sorgt für eine erste Vorreinigung der Membranoberfläche. Das verunreinigte Spülwasser muss abgepumpt werden. Anschließend wird die Membranfilteranlage erneut befüllt, wobei dem rückgespülten Permeat mit einer Dosierpumpe 22 eine oder mehrere chemische Reinigungslösungen zugesetzt wird (Fig. 6). Durch das Belüften mit Filtrationsluft und das Einhalten einer gewissen Reaktionszeit und Reaktionstemperatur wird eine effiziente Regeneration der Membran erreicht.

Mit den verschiedenen Verfahrenstechniken wie der Permeatrückspülung oder der Luftpulsung in den Feedkanal (= das die Suspension zuführendes Strömungsrohr) kann eine Verstopfung der Membranrohre verhindert werden. Generell gilt jedoch, je gleichmäßiger die Versorgung der parallelen Membranmodule mit Feedschlamm und Filtrationsluft, desto stabiler der Prozess.

Die notwendige turbulente Strömung wird erfindungsgemäß durch eine Umwälzpumpe (Suspensionspumpe 2) erzeugt, die die zu filtrierende Suspension durch die Filtermodule 1 pumpt, und zusätzlich durch die Begasung erhöht, was sich auf die Wirtschaftlichkeit einer solchen Membranfilteranlage auswirkt, da dadurch der benötigte Energieeintrag der

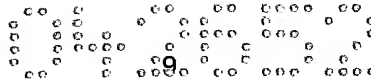


Umwälzpumpe verringert wird, wobei Gas kurz vor dem Eingang des Filtermoduls in die Suspension eingetragen wird. Als zusätzlichen Effekt kann durch das Einblasen der Luft in den Feedkanal aufgrund der feinen Bläschenform und der hohen Turbulenz in den Membranrohren eine Anreicherung der zu filtrierenden Suspension mit Sauerstoff erreicht werden, so kann im Fall von Belebtschlamm ein Teil der für die Kohlenstoff- bzw. Stickstoffatmung ohnehin benötigte Sauerstoffmenge bereits durch die Filtration aufgebracht werden.

Das Verfahren sieht vor, dass die Suspension so begast wird, dass der Druckunterschied Δp zwischen Eintritt und Austritt des Filtermoduls, nach Berücksichtigung des hydrostatischen Druckes der Flüssigkeitssäule der Suspension im Filtermodul, reduziert oder gleich Null wird. Dadurch ist es möglich, die Strömung in den Membranrohren so einzustellen, dass ein idealer oder zumindest verbesserter Druckverlauf in den Membranrohren erzielt wird, was sowohl den Wirkungsgrad als auch die Produktionssicherheit erhöht. Das Prinzip des Verfahrens wurde bereits in der WO 02/26363 erläutert.

Prinzipiell sind alle Filtermodule mit „Inside-Outside Filtration“ (die zu filtrierende Flüssigkeit fließt durch einen definierten Feedkanal, der von einer Membran umgeben ist) wie zum Beispiel Rohrmodule oder Kissenmodule in der beschriebenen Membranfilteranlage einsetzbar. Ein beispielhafter Einsatz eines Filtermodules könnte wie erwähnt ein tubuläres Rohrmodul mit einem Durchmesser von 20 cm und einer Länge von 3 m sein. Etwa 600 Rohrmembranen mit dem Durchmesser von ca. 5 mm sind in einer Druckhülle mittel Harz an Kopf und Fußteil eingegossen. Feed- und Permeatraum sind damit druckdicht von einander getrennt. Über Permeatraum sind alle Membranrohre miteinander kommunizierend verbunden. Über Öffnungen in der Druckhülle kann Permeat aus dem Permeatraum abgezogen bzw. zurückgespült werden.

Die Druckhülle von Rohrmodulen ist für die Verwendung in der beschriebenen Membranfilteranlage eigentlich obsolet, da diese durch den gemeinsamen Permeatraum für alle Module ersetzt wird. Falls das Membranmaterial der Rohrmembranen begrenzt mechanisch stabil ist, können bei Lagerung, Montage oder Demontage leicht Beschädigungen auftreten. In diesem Fall bzw. wenn aufgrund der ausschließlichen Verfügbarkeit von Rohrmodulen mit integrierter Druckhülle diese nicht weggelassen werden kann so stellt die Druckhülle zumindest kein Hindernis für den Prozess dar. Je nach Permeat- oder Rückspülmenge kann es sogar sinnvoll sein die Druckhülle der Rohrmembranen gleichsam als Leitwand gegen übermäßigen lokalen Fluss durch die Membran einzusetzen. Überproportionale Permeatentnahme bzw. Rückspülung sind die

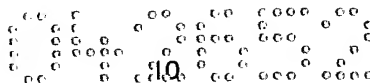


Folge wenn der Abzug bzw. die Beaufschlagung des Permeatraumes über nur eine Permeatleitung erfolgt und am Eintrittspunkt in den Permeatraum hohe Flüsse und damit verbundene hydraulische Reibungsverluste auftreten.

Jedoch auch der Einsatz von Filtermodulen mit Outside-Inside Filtrationsmodulen (die Membran wird in die zu filtrierende Flüssigkeit eingetaucht und das Permeat aus Hohlfasern oder Taschen abgezogen) ist möglich, sofern diese in Strömungsrohren eingebaut werden können. Weiters müssen Einrichtungen zur gemeinsamen Feed- und Luftanspeisung, sowie ein kommunizierender Permeatraum geschaffen werden.

Die erfindungsgemäße Membranfilteranlage weist folgende Vorteile gegenüber herkömmlichen Anordnungen auf:

- Eine große Anzahl an vertikal stehenden, belüfteten Filtrationsmodulen kann ohne Verstopfungsneigung und den damit verbundenen Betriebsstörungen parallel betrieben werden.
- Der Belüfterboden zur Vermischung der Feedstromes mit Gasblasen ermöglicht eine gleichmäßige Versorgung einer großen Anzahl an Filtermodulen. Zur Sicherstellung einer durchgehenden Freihaltung der Belüftungsporen ist eine Einrichtung zur periodischen Beaufschlagung mit Permeat oder Reinwasser vorgesehen. In Fällen von starkem Scaling oder Fouling ist auch die Möglichkeit einer chemischen Reinigung des Belüftungsbodens vorsehbar.
- Störstoffe, die mit der zu filtrierenden Suspension in die Filtration gelangen, können sich je nach hydraulischen Bedingungen und der Konfiguration der Membranfiltrationsmodule entweder direkt ablagern oder durch Akkumulation zu größeren Einheiten zusammenfügen. Speziell Fasern die selbst mit aufwendigen Vorreinigungsverfahren nicht restlos zurückgehalten werden können führen in Filtrationsstufen zu Betriebsstörungen. Der Störstoffabzugsboden ermöglicht im Fall von solchen Ablagerungen unterhalb der Filtermodule den Austrag von eben diesen. Ein irreversibler Verlust von Membranfläche kann vermieden und die gleichmäßige Anströmung aller Membranfiltrationsmodule kann hiermit sichergestellt werden.
- Membranen müssen in unterschiedlichen Intervallen chemisch gereinigt werden. Die effizienteste Reinigung ist hierbei die Beaufschlagung der ganzen Membranfläche, sowohl feed- als auch permeatseitig, mit chemischem Reiniger. Hierfür muss jedoch die zu filtrierende Flüssigkeit aus der Membranfilteranlage entfernt werden. Mit der

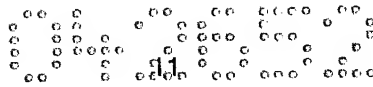


hier beschriebenen Erfindung kann sie durch Absperreinrichtungen von dem Vorlagetank mit der zu filtrierenden Suspension getrennt werden. Mittels Entleerungspumpe wird die gesamte Vorrichtung restlos entleert, mit Permeat gespült und anschließend mit dem geeigneten chemischen Reinigungsverfahren gereinigt. Die kompakte Filtrationsstufe hat ein verhältnismäßig geringes feedseitiges und permeatseitiges Volumen wodurch der Verbrauch an chemischem Reiniger gegenüber konventionellen Filtrationsanordnungen reduziert werden kann.

- Die kompakte Filtrationsstufe ermöglicht die Aufstellung selbst bei sehr geringem Platzangebot.
- Die Filtrationsstufe kann sowohl trocken als auch getaucht, in der zu filtrierenden Flüssigkeit aufgestellt werden.
- Die kompakte Filtrationsstufe ist aufgrund ihrer Größe leichter transportabel and kann in einer Werkshalle vormontiert werden - geringere Montage- u. Transportkosten fallen an.
- Die kompakte Anordnung der Filtrationsstufe benötigt weniger Rohr- u. Fittingsmaterial für Feed-, Permeat- und Luftleitungen und ist dadurch auch in den Investkosten günstiger als konventionelle Filtrationsanordnungen.

Bezugszeichenliste:

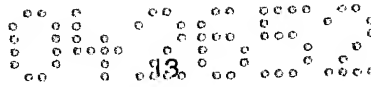
1. Filtermodul
2. Suspensionspumpe
3. Zuleitungskanal
4. Feedraum
5. Mitte der Membranfilteranlage
6. Abzugskanal
7. Abzugsrohr
8. Belüfterboden
9. Belüftungselement
10. Druck- u. Verteildose
11. Gasversorgungsmanschette
12. Druckrohr
13. Leitung für chemischen Reinigungslösung
14. Störstoffabzugsboden



15. Störstoffabzugsrohr
16. Abdichtungen und Befestigungen
17. Deckel des Permeatraums
18. Permeatleitung
19. Deckel des Retentatsammelraums
20. Gebläse
21. Permeatsaugpumpe
22. Dosierpumpe
23. Permeatpuffertank
24. Permeatraum
25. Retentatsammelraum
26. Feedbecken
27. Absperreinrichtung im Störstoffabzugsrohr
28. Absperreinrichtung im Zuleitungskanal
29. Absperreinrichtung im Abzugskanal
30. Strömungsleitblech
31. Membrantellerbelüfter

Patentansprüche

1. Membranfilteranlage bestehend aus zumindest einem Behälter, in welchem mehrere parallel durchströmbare, einzeln aus der Membranfilteranlage entfernbare, belüftete Filtermodule (1) angeordnet sind, wobei ein Filtermodul mehrere gleichartige Membraneinheiten umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Behälter durch normal zur Durchströmungsrichtung der Filtermodule (1) angeordnete Böden in mehrere Räume unterteilt ist, wobei zumindest ein Raum (4, 25, 24) der mehreren Filtermodulen (1) gemeinsamen Zuführung von zu filternder Suspension, der gemeinsamen Abführung von Retentat oder der gemeinsamen Abführung von Permeat dient.
2. Anlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Behälter ein die Filtermodule (1) umgebender Permeatraum (24) vorgesehen ist, der sowohl gegenüber der zu filternden Suspension als auch gegenüber dem Retentat abgeschlossen ist und die Filtermodule so ausgebildet sind, dass das Permeat in den Permeatraum (24) austritt.
3. Anlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Feedraum (4) ausgebildet ist, der zumindest die einlaufseitigen Stirnflächen aller Filtermodule (1) umspannt und mit den einzelnen Filtermodulen (1) zum Zuleiten von zu filternder Suspension verbunden ist.
4. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Retentatsammelraum (25) ausgebildet ist, der zumindest die ablaufseitigen Stirnflächen aller Filtermodule (1) umspannt und mit den einzelnen Filtermodulen (1) zum Ableiten von Retentat verbunden ist.
5. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Feedraum (4) zumindest eine Zuleitung (3) besitzt, welche zumindest teilweise um den Feedraum geführt ist und sich dort mit zunehmender Länge verjüngt, wobei entlang



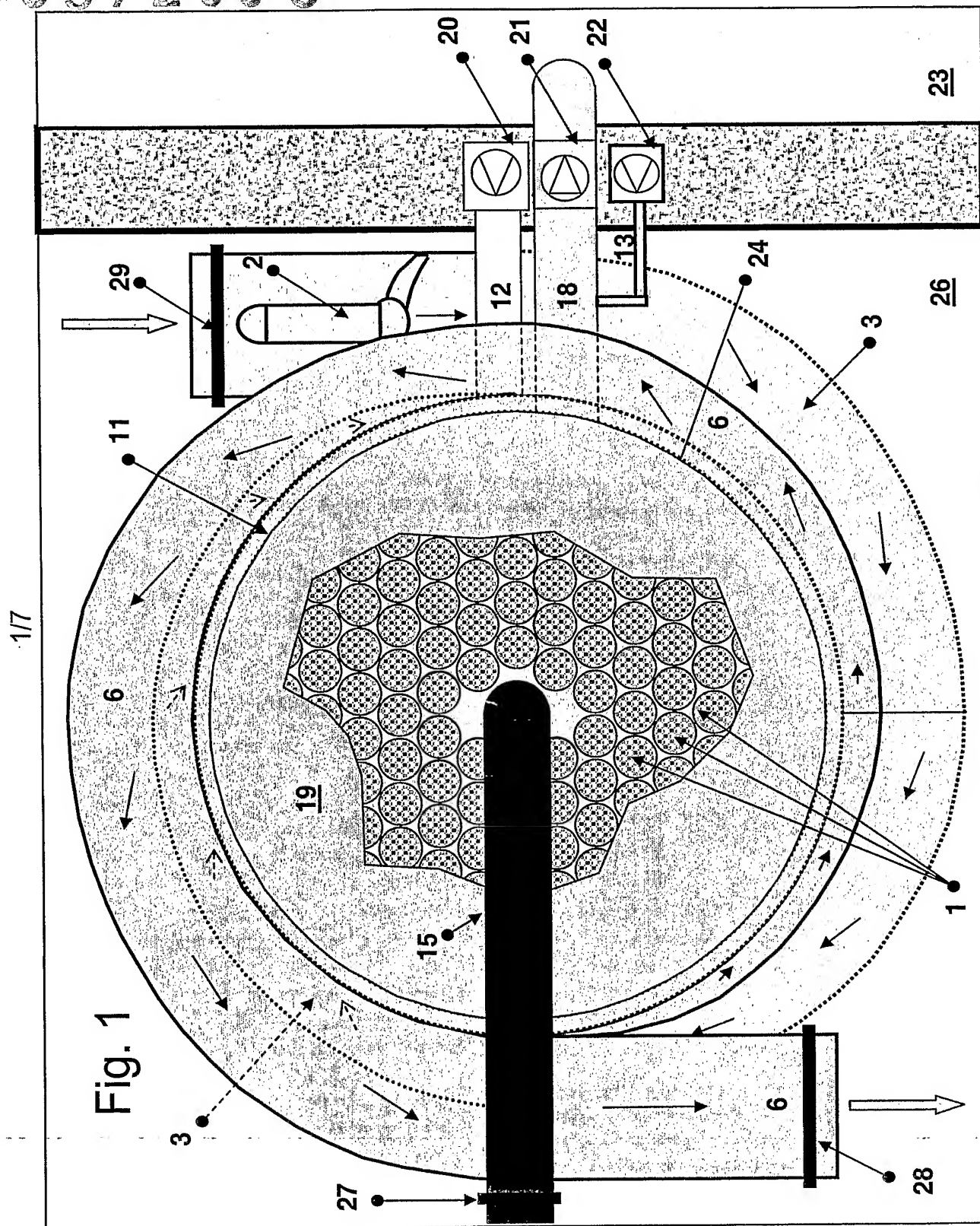
- des Feedraums zu filternde Suspension von der Zuleitung in den Feedraum eindringen kann.
6. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Höhe des Feedraums (4) zur Mitte (5) des Feedraums hin abnimmt.
 7. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Retentatsammelraum (25) zumindest eine Ableitung (6) besitzt, welche zumindest teilweise um den Retentatsammelraum geführt ist und sich dort mit zunehmender Länge erweitert, wobei entlang des Retentatsammelraums Retentat von der Zuleitung in den Retentatsammelraum eindringen kann.
 8. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet** dass zwischen Feedraum (4) und Permeatraum (24) ein von der zu reinigenden Suspension durchströmbarer Belüfterboden (8) angeordnet ist, der unter jedem Filtermodul (1) ein Belüftungselement (9) aufweist.
 9. Anlage nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Belüftungselement (9) aus einem dem Durchmesser des Filtermoduls (1) entsprechenden Strömungsrohr besteht, in welchem an eine Gaszufuhr angeschlossene Belüfterkerzen angeordnet sind.
 10. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass unter dem Feedraum (4) ein von Belüftungsgas durchströmbare Druck- u. Verteildose (10) angeordnet ist, von der aus Belüftungselemente (31) angespeist werden, wobei unter jedem Filtermodul (1) ein als Membrantellerbelüfter ausgebildetes Belüftungselement (31) angeordnet ist.
 11. Anlage nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen Belüfterboden (8) und Permeatraum (24) ein von zu reinigender Suspension durchströmbarer Störstoffabzugsboden (14) vorgesehen ist, der eine Abzugseinrichtung (15) für Störstoffe aufweist.

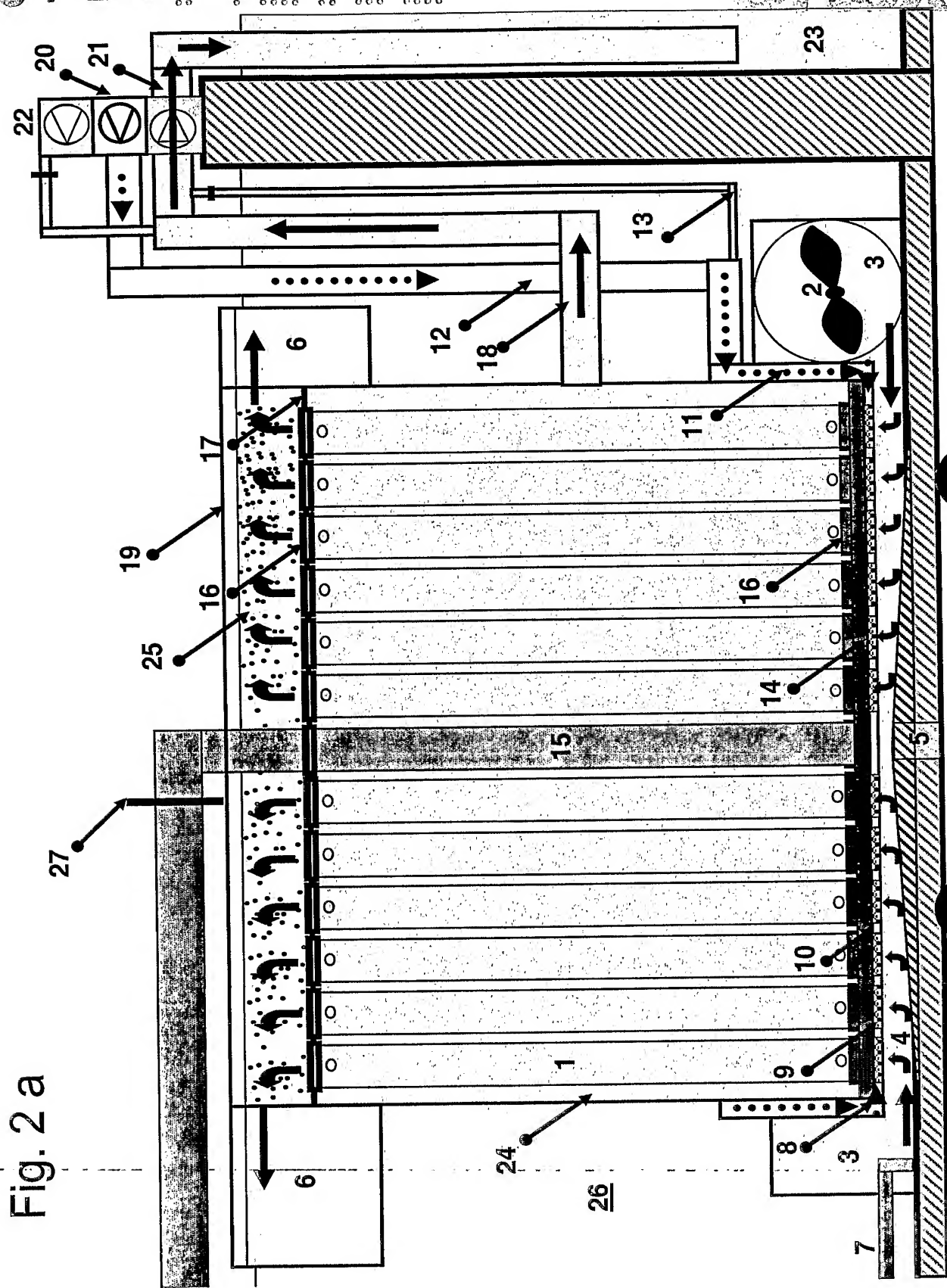
12. Verfahren zum Betreiben einer Membranfilteranlage nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die aufgrund der Begasung erreichte Gewichtsreduktion der Fluidsäule der Suspension im Filtermodul (1) den durch den Reibungsverlust der Strömung verursachten Druckunterschied zwischen Eintritt und Austritt des Membranfiltermoduls (1) kompensiert.
13. Verfahren zur Reinigung der Membranfilteranlage nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Reinigung der Membranfilteranlage in periodischen Zeitabständen Permeat gegen die Produktionsrichtung durch die Membranoberfläche der Filtermodule (1) rückgespült wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Reinigung der Membranfilteranlage ein getakteter Luftstoß durch den Belüfterboden (8) in die Filtermodule (1) eingebracht wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Entfernung von Störstoffen zu filtrierende Suspension aus dem Störstoffabzugsboden (14) mittels der Abzugseinrichtung (15) für Störstoffe abgezogen wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zu filtrierende Suspension aus dem Feedraum (4) der Membranfilteranlage entfernt wird,
dass Permeat durch die Filtermodule (1) rückgespült und über den Belüfterboden (8) belüftet und/oder mit einer oder mehreren chemischen Reinigungslösungen versetzt wird, und
dass das verunreinigte Spülwasser abgepumpt wird.

Zusammenfassung

Gezeigt wird eine Membranfilteranlage bestehend aus zumindest einem Behälter, in welchem mehrere parallel durchströmbare, einzeln aus der Membranfilteranlage entfernbare, belüftete Filtermodule (1) angeordnet sind, wobei ein Filtermodul mehrere gleichartige Membraneinheiten umfasst. Neu daran ist, dass der Behälter durch normal zur Durchströmungsrichtung der Filtermodule (1) angeordnete Böden in mehrere Räume unterteilt ist, wobei zumindest ein Raum (4, 25, 24) der mehreren Filtermodulen (1) gemeinsamen Zuführung von zu filternder Suspension, der gemeinsamen Abführung von Retentat oder der gemeinsamen Abführung von Permeat dient. Dadurch wird eine dichtere Anordnung von Filtermodulen (1) ermöglicht, da die Verrohrung der einzelnen Filtermodule zum Abzug des Permeats und/oder des Retentats und/oder zur Zuführung von zu filternder Suspension (Feed) entfallen kann. Eine besonders gleichmäßige Beschickung mit zu filternder Suspension kann durch einen gemeinsamen Feedraum (4) erreicht werden, indem der Feedraum (4) zumindest eine Zuleitung (3) besitzt, welche zumindest teilweise um den Feedraum geführt ist und sich dort mit zunehmender Länge verjüngt, wobei entlang des Feedraums zu filternde Suspension von der Zuleitung in den Feedraum eindringen kann.

(Fig. 2a)





3/7

Fig. 2 b

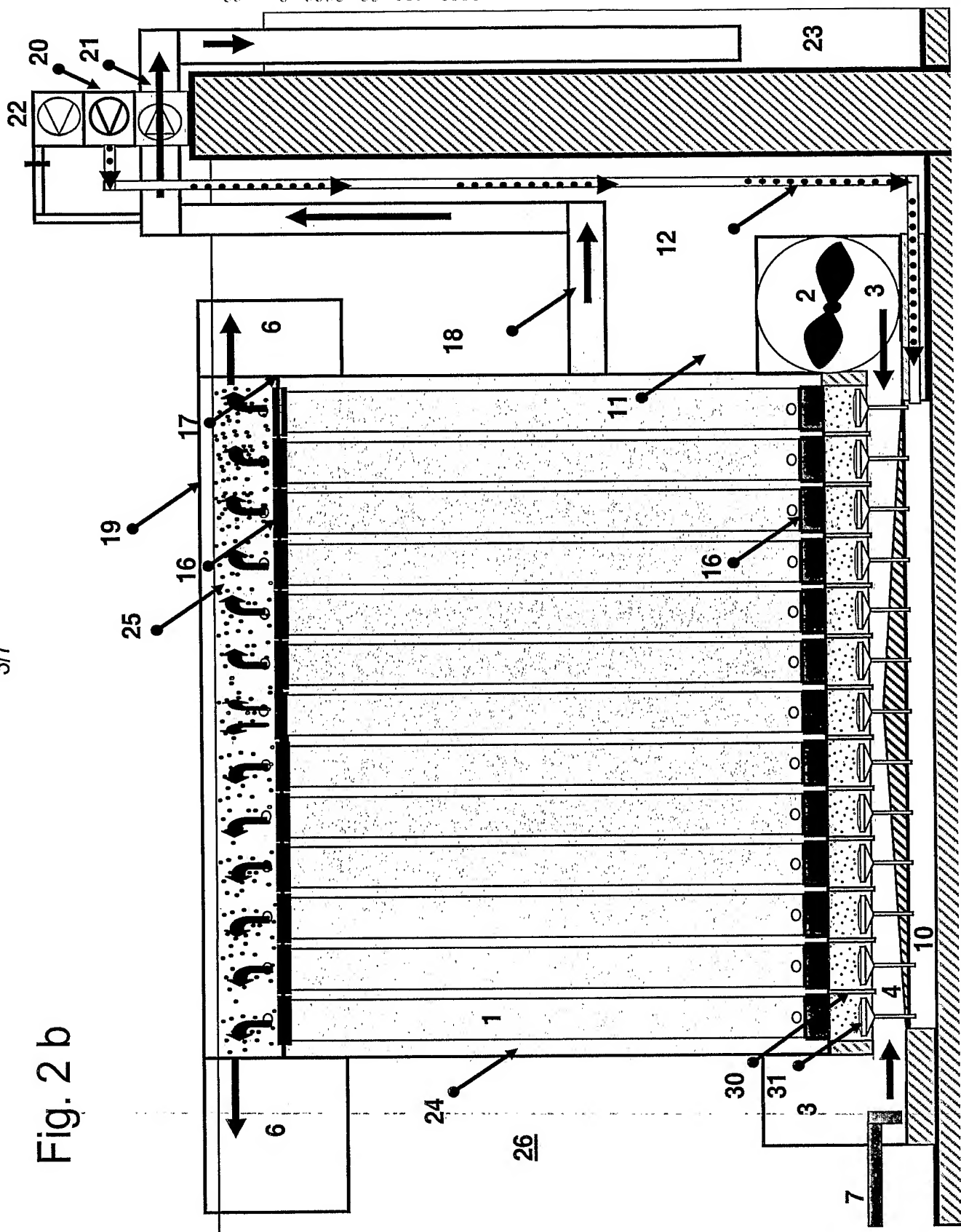


Fig. 3

4/7

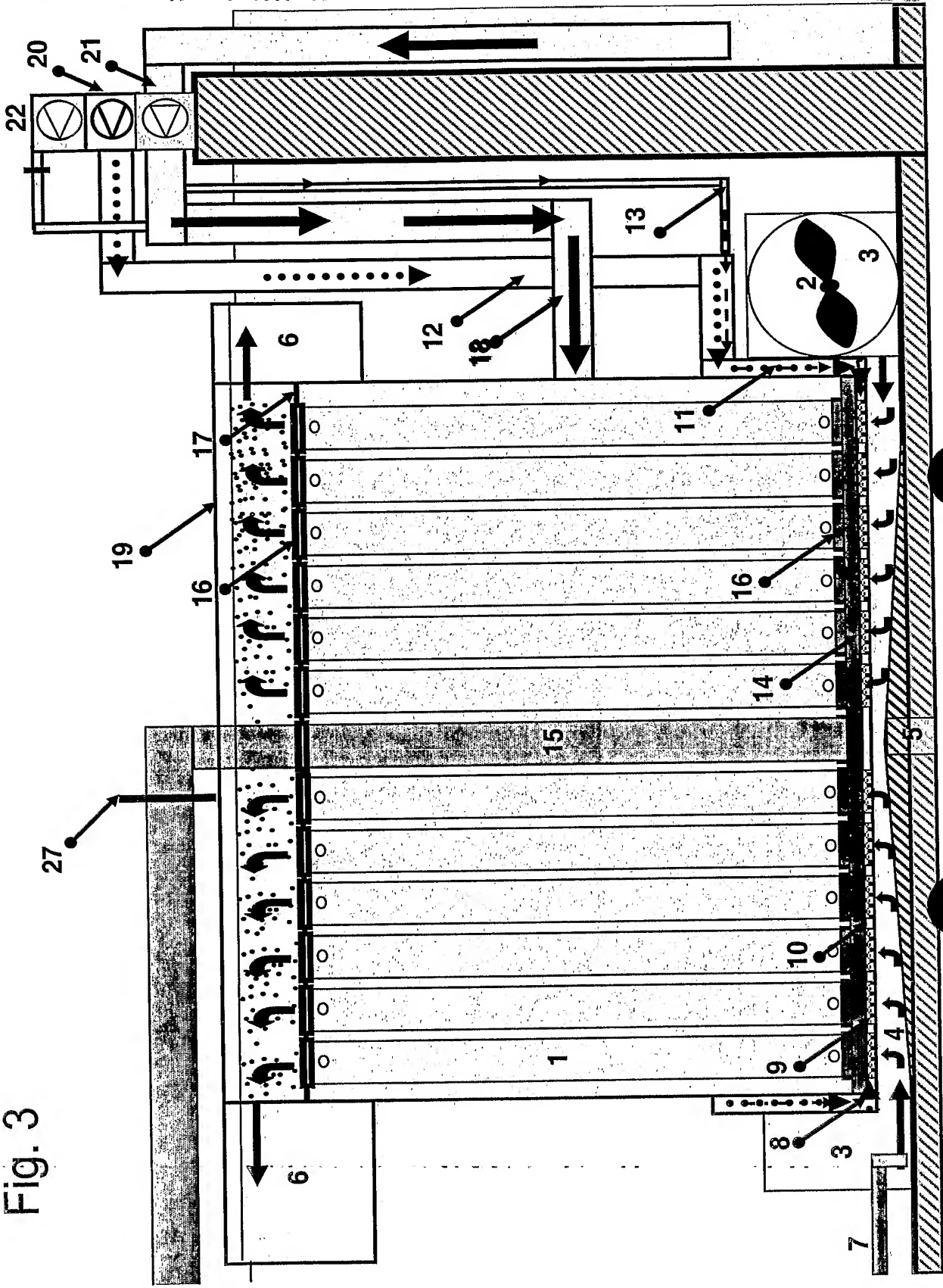
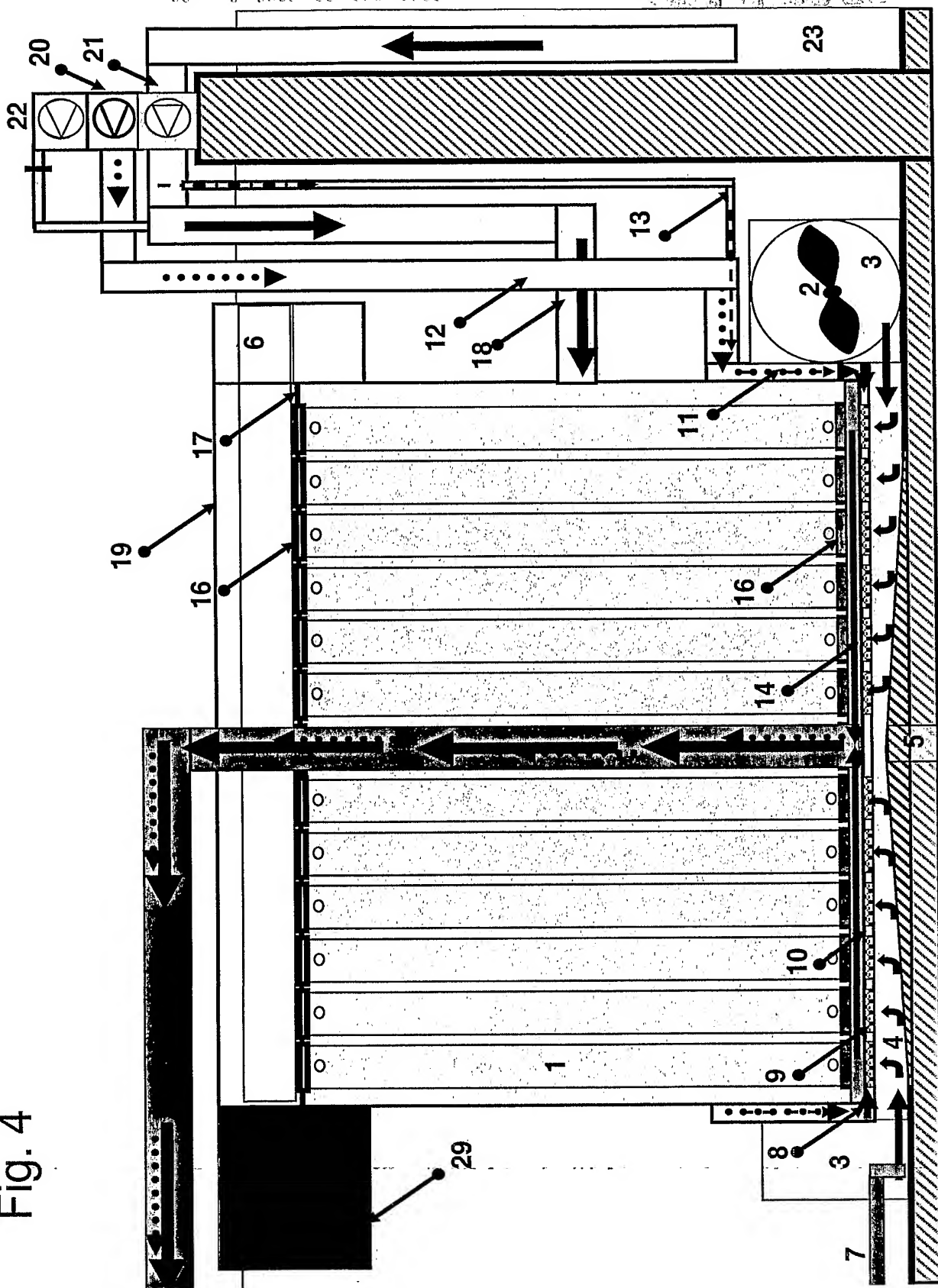
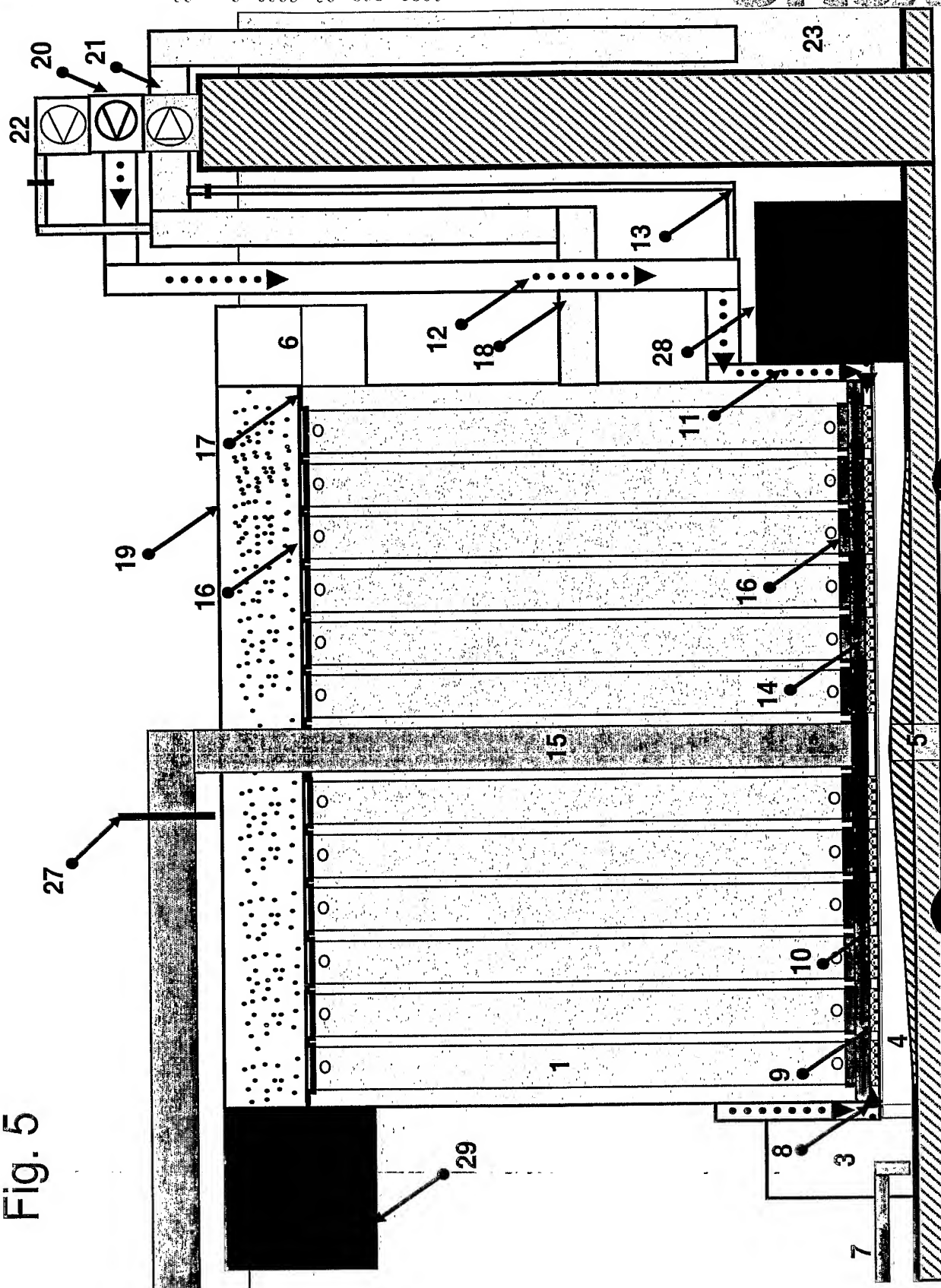


Fig. 4





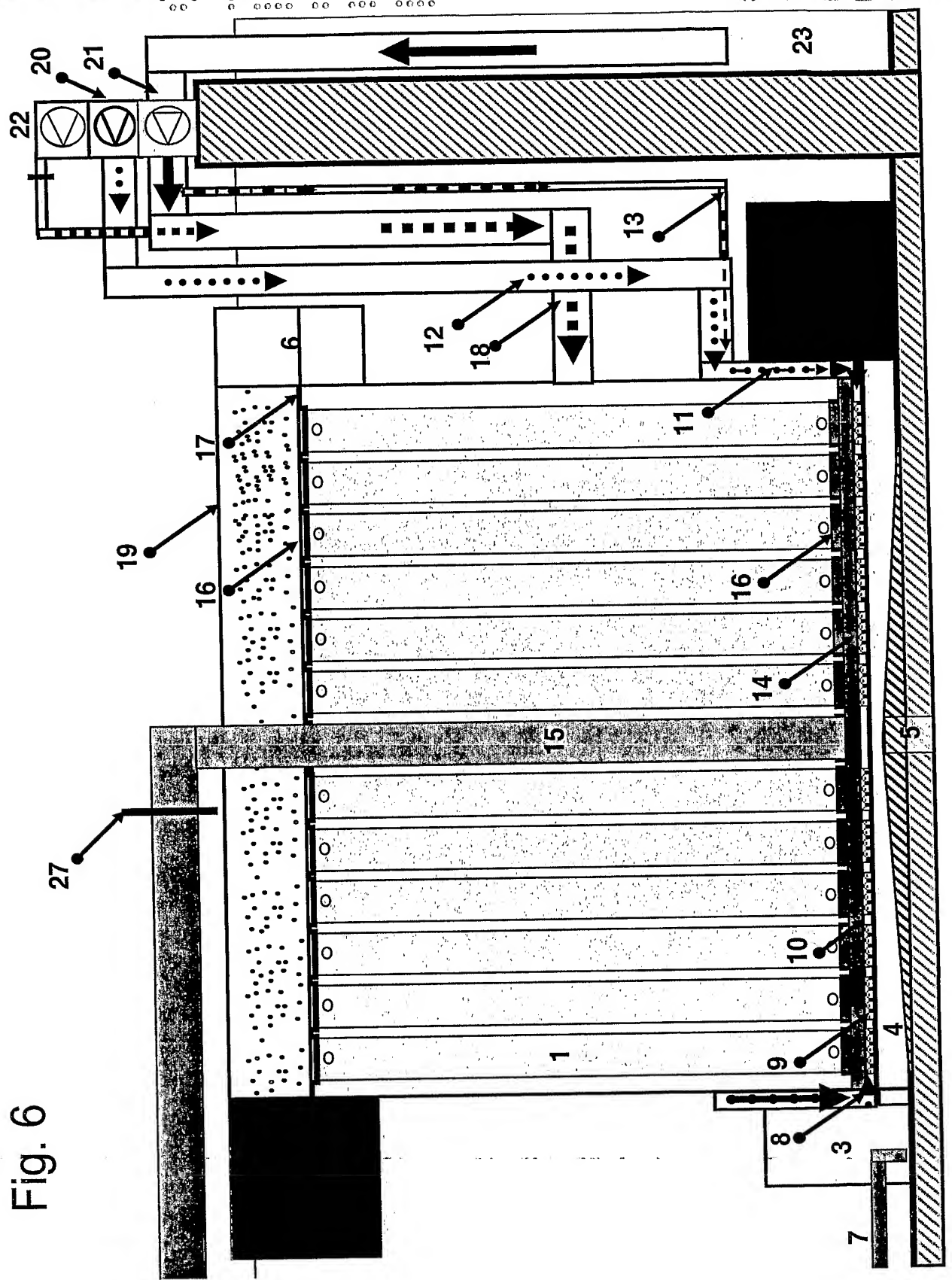
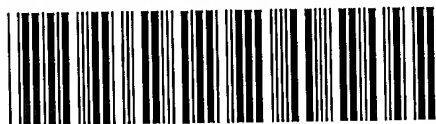


Fig. 6

PCT/EP2004/013602



0121